

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-093048

(43)Date of publication of application : 18.04.1991

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

G02B 27/00

G11B 11/10

(21)Application number : 01-229551

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 05.09.1989

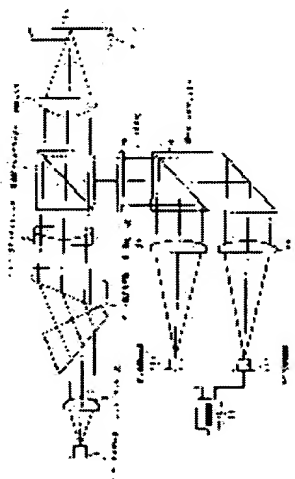
(72)Inventor : OKI YASUSHI

(54) RECORDING AND REPRODUCING OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain the recording and reproducing optical system of high performance by arranging a hyper chromatic lens between a beam shaping optical system and an objective lens in the recording and reproducing optical system.

CONSTITUTION: A light flux emitted from a laser diode 1 is set to be a parallel flux in a collimator lens 2 and is made incident on the beam shaping optical system 3. The shaped light flux consists of the junction of a plano-convex lens and a plano-concave lens, and the junction surface passes through the hyper chromatic lens 4 whose convex lens faces a light source-side and reaches a polarization beam splitter 7. The light flux which passes through the splitter 7 and which is P-polarized is condensed by the objective lens 5, and spot light is formed and recorded on the recording surface 6a of the disk. The light flux reflected on the disk 6 is reflected by the splitter 7 through the lens 5, is separated into the light fluxes of P-polarization and S-polarization through a polarization beam splitter 9. They are respectively and photoelectrically detected and they turn into stable sine wave-like output signals by a differential circuit 12, whereby information is reproduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-93048

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)4月18日

G 11 B 7/135
G 02 B 27/00
G 11 B 11/10

Z 8947-5D
E 8106-2H
Z 9075-5D

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑮ 発明の名称 記録再生光学系

⑯ 特 願 平1-229551

⑰ 出 願 平1(1989)9月5日

⑱ 発 明 者 大 木 裕 史 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 ニ コ ン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁 理 士 渡 辺 隆 男

明 細 書

1. 発明の名称

記録再生光学系

2. 特許請求の範囲

1) 光源と、該光源からの光束をコリメートするコリメーターレンズと、該コリメーターレンズを介したコリメート光束を整形するためのビーム整形光学系と、該ビーム整形光学系を介した整形された光束を被照射面に集光するための対物レンズとを有し、

前記ビーム整形光学系と前記対物レンズとの間にハイパークロマチックレンズを配置することを特徴とする記録再生光学系。

2) 前記光源が有する非点隔差を δ とし、前記ビーム整形光学系の整形比を m 、前記光源の光束射出側面と前記コリメーターレンズの焦点位置との光軸に沿ったズレ量を Z_c 、前記対物レンズの焦点距離を f 、前記対物レンズの開口数を NA 、基準波長を λ 、前記ハイパークロマチックレンズの焦点距離 f 、とすると、

$$Z_c = \frac{\delta}{m^2 - 1}$$

$$|f_s| > \frac{5\sqrt{5} f_s^2 NA^4}{3\lambda(4 - NA^4)}$$

を満足することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の記録再生光学系。

3) 前記ハイパークロマチックレンズは正レンズと負レンズとを有し、該正レンズのアップ数を ν_p 、該負レンズのアップ数を ν_n 、とすると、

$$\nu_p - \nu_n > 20$$

を満足することを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の記録再生光学系。

4) 前記対物レンズ及び前記コリメーターレンズは非球面を有する正レンズで構成されることを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第3項記載の記録再生光学系。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は光ディスク等に光情報を記録あるいはこれに記録された光情報を再生するための記録再

生光学系に関するものであり、特に光磁気ディスク等に好適なものである。

〔従来の技術〕

大量の情報を低コストで効率良く記録、保存、再生できるものとして、種々の光ディスクが実用に供されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

一般的に、光ディスクの記録再生光学系において、対物レンズ、コリメーターレンズを非球面単玉レンズ化することは装置の小型化、軽量化、及びコストダウンの為の有力な手段である。

ところが、再生・記録の切り替え時におけるパワー変化に伴うレーザの波長変動による色収差が問題となってくる。すなわち、この色収差により記録・再生における光情報の劣化を招くという問題がある。特に、光ディスクで画像情報を記録・再生する際には、画質の劣化が極めて顕著となる。そこで、コリメーターレンズを単玉の低分散の非球面レンズ、例えばd線に対するアッペ数が80以上の低分散硝材を用いても色収差を補正しきれ

ない。

このため、コリメーターレンズを2枚のレンズ構成にして色補正を過剰にすると、光源としてのレーザー自身が有する非点収差の影響を無視することができなくなる。

そこで、本発明は、記録・再生時のレーザーの波長変動及びレーザー自身が有する非点収差等が存在するにもかかわらず、常に安定した信頼性の高い光情報を記録及び再生可能な高性能な記録再生光学系を提供することを目的としている。

〔課題を解決するための手段〕

上記の目的を達成するために、本発明の記録再生光学系は、第1図に示す如く、光源と、該光源からの光束をコリメートするコリメーターレンズと、該コリメーターレンズを介したコリメート光束を整形するためのビーム整形光学系と、該ビーム整形光学系を介した整形された光束を被照射面に集光するための対物レンズとを有するものである。

そして、この基本構成に基づいて、前記ビーム

整形光学系と前記対物レンズとの間にハイパークロマチックレンズを配置したものである。

このとき、前記光源自身が有する非点隔差を δ とし、前記ビーム整形光学系の整形比を m 、前記光源の光束射出側面と前記コリメーターレンズの焦点位置との光軸に沿ったズレ量を Z_c 、前記対物レンズの焦点距離を f 、前記対物レンズの開口数を NA 、基準波長を λ 、前記ハイパークロマチックレンズの焦点距離 f 、とすると、

$$Z_c = \frac{\delta}{m^2 - 1}$$

$$|f| > \frac{5\sqrt{5} f_0^2 NA^4}{3\lambda(4 - NA^2)}$$

を満足することが望ましい。

このとき、前記ハイパークロマチックレンズは正レンズと負レンズとを有し、該正レンズのアッペ数を ν_p 、該負レンズのアッペ数を ν_n とすると、

$$\nu_p - \nu_n > 20$$

を満足することがより望ましい。

より好ましくは、前記対物レンズ及び前記コリメーターレンズは非球面を有する単一の正レンズで構成することが良い。

〔作用〕

そこで、本発明は、従来の構成にハイパークロマチックレンズを追加することにより、記録・再生時でのレーザーの波長変動及びレーザー自身が有する非点収差に伴う記録・再生性能の劣化を抑えるようにしたものである。

〔実施例〕

第1図は本発明による実施例についての概略構成図であり、以下、この図を参照しながら本実施例について詳述する。尚、本実施例においては、光磁気ディスクについての記録再生光学系を示している。

第1図に示す如く、光源としてのレーザーダイオード1（以下、LDと称する。）から射出された光束はコリメーターレンズ2で平行光束化された後、ビーム整形光学系3に入射する。このビーム整形光学系3は、図示の如く、1対の三角柱状

のプリズム等を偏心させて配置されており、これにより、紙面に対し垂直方向の光束は拡大されず、紙面方向の光束のみが拡大される。このようにビーム整形された光束は、平凸レンズと凹平レンズとの接合よりなり、この接合面が光源側に凸面を向けたハイパークロマチックレンズ4を通過して、偏光ビームスプリッター7に達する。

この偏光ビームスプリッター7は、例えば紙面と同方向に偏光するP偏光の80%を透過させ、紙面に対して垂直方向に偏光するS偏光の20%を反射させる機能を有する。

この偏光ビームスプリッターを通過したP偏光する光束は、対物レンズ5により収斂作用を受けて集光し、被照射面としてのディスクの記録面6a上にスポット光が形成される。

このディスクの記録面6aには例えばTbFeCo(テルビウム鉄コバルト)等の垂直磁化膜が形成されており、このディスク6を挟んで反対側には不図示の電磁コイルが配置されている。

情報を記録する際には、LD1からのスポット

面の情報を含んだ光束は、再び対物レンズ5を介することにより収斂作用を受けてほぼ平行光束となった後、偏光ビームスプリッター7により反射され、1/2波長板8に達する。そして、この1/2波長板8を介した光束は、偏光方向が45°回転し、偏光ビームスプリッター9を介することにより、記録面の情報を含んだP偏光とS偏光との光束に分離される。先ず、この分離面9aを反射するS偏光の光束は第1集光レンズ10aにより集光されて、第1光電検出器11aにて光電検出される。

一方、偏光ビームスプリッター9の分離面9aを通過するP偏光の光束は反射面9bで反射した後、第2集光レンズ10bにより集光されて、第2光電検出器11bにて光電検出される。この2つの光電検出器から得られる信号は、差動回路12により、光学及び機械的変動がキャンセルされたS/N比の高い安定した正弦波状の出力信号となり、この出力信号に基づいて高いディスク5に記録された情報を再生することができる。

光を記録面6aの磁化膜に照射し、この磁化膜の照射領域の温度を局所的に上昇させる。そして、照射領域がキュリー温度近くまで昇温すると、磁化膜の保磁力が減少し、この照射領域では電磁コイルの磁界の向きに対応した磁気情報が記録される。

以上においては、記録再生光学系の送光系について説明したが、次に検出系について説明する。

いま、ディスクの記録面6a上には、ある情報に対応した磁気情報が記録されているとする。そして、この記録情報を再生する際には、先ず、先に述べた送光系により送光されたS偏光の光束はディスク上に集光された後、カー効果により変調して反射する。

このとき、ディスクの記録面で記録保持されている磁気に対応して、照射されるS偏光の光束は偏光方向が僅かに回転する。具体的には、第1図の紙面に対して僅かに傾いた方向に偏光する光束となる。

このようにして、ディスク上を反射して、記録

さて、先に述べた送光系において、LD1から射出される光束は非点収差を持っているが、コリメーターレンズの焦点位置を最適に選ぶことによりビーム整形光学系通過後は非点収差を無い状態にすることができる。

そこで、LD1からの光束自身が有する非点収差を補正するためのコリメーターレンズの配置に関して第2図を参照しながら説明する。

第2図(a)は第1図の紙面に対して垂直方向に対応するビーム整形のない方向の記録再生光学系の原理図であり、第2図(b)は第1図の紙面方向に対応するビーム整形のある方向の記録再生光学系の原理図である。

先ず、第2図(a)に示す如く、実線に示すLD1の端面(光束射出面)1aが発光点となり、このLD1の端面1aを破線の如くZc。(LD1の端面1aとコリメーターレンズの前側焦点位置との光軸に沿ったズレ量)だけ右側へ移動させると、記録再生光学系による結像位置(被照射面)が破線で示す如くZ。だけ右側へ移動する。

このとき、コリメーターレンズ2の焦点距離を f_c 、対物レンズ5の焦点距離を f_o とすると、実際の結像位置のズレ量 Z_o は第2図(a)より次式が求められる。

$$Z_o = \left[\frac{f_o}{f_c} \right]^2 Z_c \quad \text{.....(1)}$$

但し、 f_o/f_c は縦倍率。

一方、第2図(b)においては、第2図(a)でLD1の端面1aを Z_c だけ右側へ移動させたため、LD1は破線で示す如き位置となる。このとき、もう1つの発光点がLD1の端面1aより非点隔差 δ の分だけ内部に位置している。

ここで、記録再生光学系の見かけ上において、被照射面上で非点収差が無い状態とするには、第2図(a)と同様に、記録再生光学系による結像位置(被照射面)が破線で示す如く Z_o だけ右側へ移動しなければならない。

そして、ビーム整形光学系の紙面方向の角倍率を $1/m$ (以下においてこの m の値を整形比と呼ぶ。通常においては、この整形比は $2 < m < 2.5$

レンズの焦点距離をそれぞれ f_o 、 f_c とすると、記録再生光学系における総合焦点シフトは次式にて与えられる。

$$\Delta f = \Delta f_o + \left[\frac{f_o}{f_c} \right]^2 \Delta f_c \quad \text{.....(4)}$$

例えば、コリメーターレンズ及び対物レンズとともに非球面を有する単一の正レンズで構成し、これらのレンズに使用される硝材の d 線に対する分散 ν を約80とし、またコリメーターレンズの焦点距離 f_c を80mm、対物レンズの焦点距離 f_o を40mmとすると、各レンズの1nmの波長変動に対する焦点距離シフトはそれぞれ $\Delta f_o = 0.21 \mu\text{m}$ 、 $\Delta f_c = 0.11 \mu\text{m}$ となり、上式(4)より総合焦点距離シフト Δf は $0.16 \mu\text{m}$ となる。

一般に、LD1の波長は再生、記録に切り換える時に5nm程度変動するため、優れた光学性能を維持するには、1nmの波長変動に対する総合焦点シフト Δf が少なくとも $0.1 \mu\text{m}$ 以下にすることが必要である。

今、第1図に示す如き構成中のハイパークロマ

程度である。)とすると、結像位置のズレ量 Z_o は第2図(b)の関係より次式が求められる。

$$Z_o = \left[\frac{f_o}{m f_c} \right]^2 (Z_c + \delta) \quad \text{.....(2)}$$

ここで、 $f_o/m f_c$ は縦倍率である。

したがって、上式(1)と(2)式が等しくなる時が被照射面上におけるLD1の非点隔差、すなわち非点収差を無い状態にできる条件となる。

これにより次式が導出される。

$$Z_c = -\frac{\delta}{m^2 - 1} \quad \text{.....(3)}$$

一例として、LDの非点隔差 δ を $5 \mu\text{m}$ とし、ビーム整形光学系の整形比 m を2.5とすれば、(3)式より一義的に Z_c は $0.95 \mu\text{m}$ となり、このLDの端面を $0.95 \mu\text{m}$ だけコリメーターレンズ2の焦点位置からずらせば、ディスク面上での非点収差を良好に補正することができる。

さて、LDの波長変動1nmに対するコリメーターレンズと対物レンズの焦点シフトをそれぞれ Δf_c 、 Δf_o とし、コリメーターレンズと対物レ

ンズ4の構成を除去した状態で、コリメーターレンズ2を正レンズと負レンズとの2枚構成にして、主にコリメーターレンズ2で光学系全体の色収差を補正すると、このコリメーターレンズ自身では、補正過剰となって、コリメーターレンズの焦点距離シフト Δf_c が大きくなる。この結果、(3)式に示した条件が大きく崩れて、ディスク上では非点収差が甚大に発生する。

そこで、本実施例においては、先ず、先に述べた如く、(3)式の条件を満足するようにコリメーターレンズ2を配置して、色収差補正用のハイパークロマチックレンズ4をビーム整形光学系3と対物レンズ5との間に配置している。

これにより、(3)式の条件を崩すことなくLD1自身が有する非点収差が良好に補正された状態のもとで、光学系全体の色収差をバランス良く補正できるため、波長変動による総合焦点距離シフト Δf を最小限に抑えることができる。

このように、ハイパークロマチックレンズを有する構成により、1nmの波長変動に対する総合焦

点シフト Δf を、実質的に $0.05\mu m$ 以下に抑えることが可能となる。

このとき、光学系のコンパクトを図るには、コリメーターレンズは非球面を有する低分散の単玉の正レンズで構成されることが望ましい。すると、(3)式の条件を崩さずに非点収差が良好に補正された状態で、波長変動に伴うコリメーターレンズの焦点シフト Δf を極めて小さく抑えることができるため、非常に効果的である。

また、色収差補正専用のハイパークロマチックレンズ4の配置により、対物レンズにおける色収差補正に対する負荷が軽減されている。このため、この対物レンズを単一の正レンズで構成しても良好な結像性能を得ることができ、光学系の全体のコンパクト化が容易に図れる。このとき、対物レンズを構成する単一の正レンズに非球面を設ければ、より良好な光学性能を引き出すことができる。

さて、本実施例におけるハイパークロマチックレンズは、平行光束中に配置されているため、基準波長に対し屈折力がない状態、すなわちノーパ

ワー（ハイパークロマチックレンズの焦点距離： $f_0 = \infty$ ）が理想であるが、実際には基準波長に対する2枚の硝材の僅かな屈折率差から屈折力（パワー）が生じてしまう。すなわち、これは対物レンズ5に入射する光束が平行光でなくなることを意味し、特に、本実施例の如く、対物レンズ5が無限に対して収差補正されている場合には問題となる。

そこで、先ず対物レンズ5が Δ だけデフォーカスした時の波面収差 $W_0(\rho)$ は、対物レンズの開口数をNA、対物レンズの規格化された瞳径を ρ （ $0 \leq \rho \leq 1$ ）とするとき次式にて与えられる。

$$W_0(\rho) = -\frac{\Delta}{2} NA^2 \rho^2 + \frac{\Delta}{8} NA^4 \rho^4 \quad \dots\dots(4)$$

また、ハイパークロマチックレンズの焦点距離 f_1 と等半径の球面波と平面波とのズレの波面収差を $W_1(\rho)$ とし、対物レンズの焦点距離を f_0 とすると、このハイパークロマチックレンズの焦点距離 f_1 が大きい場合には、この波面収差

を $W_1(\rho)$ は次式にて与えられる。

$$W_1(\rho) = \frac{f_0^2 NA^2}{2 f_1} \rho^2 \quad \dots\dots(5)$$

よって、総合波面収差 $W(\rho)$ は、

$$W(\rho) = W_0(\rho) + W_1(\rho) \quad \dots\dots(6)$$

となる。

ここで、Zernike（ツエルニケ）の多項式を用いて、この総合波面収差 $W(\rho)$ の平均自乗平方根（Root Mean Square）、すなわちRMSが最小となる時の対物レンズのデフォーカス量 Δ を求める。そして、この時の総合波面収差 $W(\rho)$ のRMSを3次収差近似で表現すると、次式の如くなる。

$$\Delta W(RMS) = \frac{f_0^2 NA^4}{6 \sqrt{5} \lambda (4 - NA^2) f_1} \quad \dots\dots(7)$$

但し、 λ は基準光束の波長である。

上式(7)はハイパークロマチックレンズに入射する光が平行ビームである場合、このハイパークロマチックレンズがノーパワーでないことに起因する対物レンズの最小収差量を意味している。

ここで、実用的には $\Delta W(RMS)$ の値が0.02以下であることが望ましく、この条件を満足するには、ハイパークロマチックレンズの焦点距離は、以下の条件を満足することが良い。

$$|f_1| > \frac{5 \sqrt{5} f_0^2 NA^4}{3 \lambda (4 - NA^2)} \quad \dots\dots(8)$$

このように、ハイパークロマチックレンズの焦点距離 f_1 を上式条件(8)を満足するように構成することにより、このハイパークロマチックレンズが実質的に屈折力を有する構成となっても、収差による影響を軽減できる。

このとき、ハイパークロマチックレンズに入射する光束は、ディスク面上での非点収差を除去するための条件(3)を満足するために、実際には平行光束からズレて収差が発生することになるが、上式(7)で示した対物レンズの最小収差量 $\Delta W(RMS)$ の値が0.02よりも極めて小さくなるため、実用上は何ら問題はない。

さて、ハイパークロマチックレンズを構成する硝材であるが、大きな色収差補正の効果を得るに

は、分散の差の大きなものが好ましいことは言うまでもない。このとき、分散の差が小さい場合には、波長変動による総合焦点距離シフト Δf を低減するために接合面の曲率が極めて強くなり、加工性が悪くなるばかりかレンズ厚が厚くなる。

そこで、ハイパークロマチックレンズを構成する正レンズと負レンズのアッペ数をそれぞれ ν_P 、 ν_N とするとき、

$$\nu_P - \nu_N > 20 \quad \cdots \cdots (9)$$

を満足することが望ましい。

この範囲を満足するようにハイパークロマチックレンズを構成すれば、波長変動による総合焦点距離シフト Δf を低減しつつ、接合面を無理のない曲率で実現でき、さらにはレンズ厚を薄くすることができる。

〔発明の効果〕

以上の如く、本発明によれば、記録再生光学系中のビーム整形光学系と対物レンズとの間にハイパークロマチックレンズを配置した簡素な構成により、波長変動による色収差、及び光源自身が有

する非点収差が良好に補正された高性能な記録再生光学系が実現できる。

さらに、対物レンズ、コリメータレンズを非球面の単玉レンズで構成しても同様な効果が期待できる。

これにより、アクチュエータへの負担が軽くなり、かつ組立調整が楽になる上、コストの低減が容易に図れる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による実施例の概略構成図、第2図(a)は第1図の紙面に対して垂直方向に対応するビーム整形のない方向の記録再生光学系の原理図、第2図(b)は第1図の紙面方向に対応するビーム整形のある方向の記録再生光学系の原理図である。

〔主要部分の符号の説明〕

- 1... 光源（レーザーダイオード）
- 2... コリメータレンズ
- 3... ビーム整形光学系
- 4... 対物レンズ

6... ディスク

出願人 株式会社 ニコン

代理人 井理士 渡辺隆男

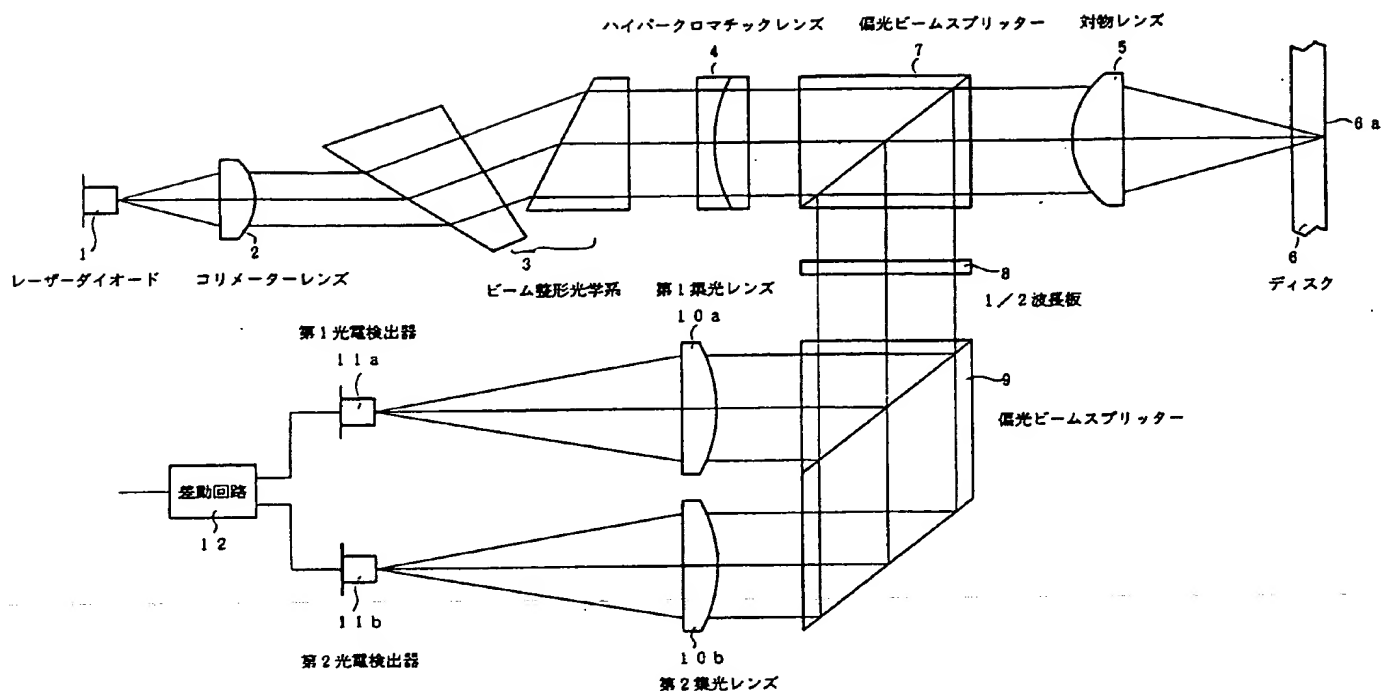


図1

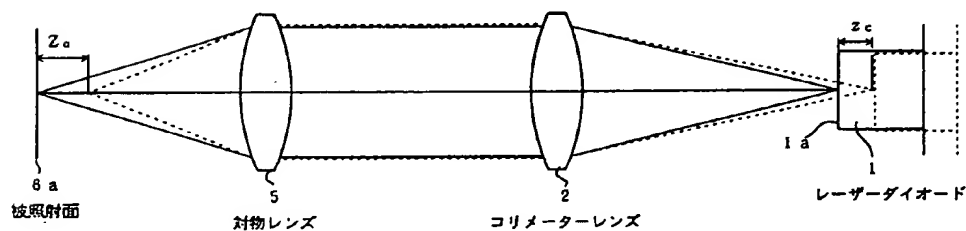


図2(a)

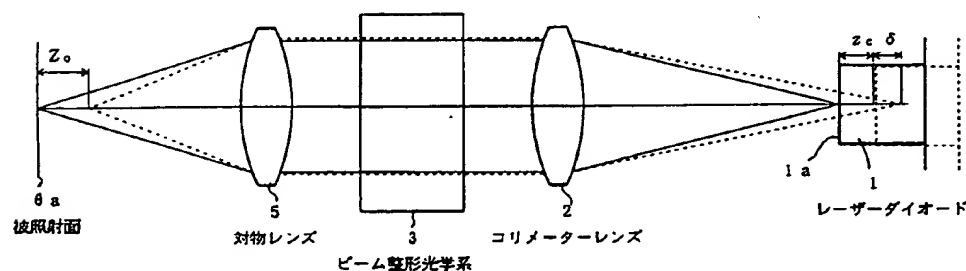


図2(b)